

LA DEMANDA DE BANDA ANCHA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS PÚBLICAS
EL CASO DE ITAGUI.

Por:

VERÓNICA ABRIL GÓMEZ

Asesor: John Jairo García Rendón

Universidad EAFIT

Departamento de Economía y Finanzas

Economía

Medellín, Colombia

2016

Tabla de Contenidos

Introducción	3
Marco Teórico	5
Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación (TICE) en Colombia	6
1. Iniciativas TICE Colombia que enfatizan infraestructura informática y comunicacional....	6
2. Iniciativas TICE con énfasis en desarrollo de talento humano.....	6
3. Iniciativas con énfasis en innovación educativa con TICE	7
4. Iniciativas con énfasis en producción y gestión de contenidos educativos de calidad.....	7
Antecedentes de la literatura	8
La Banda Ancha	8
Banda Ancha a Nivel Internacional	10
Marco Regulatorio en Colombia	12
El municipio de Itagüí y el Plan Digital TESO	14
Aprendizajes y oportunidades de mejora desde TESO.	16
Metodología y datos	19
Modelo	21
Resultados	23
Conclusiones	25
Anexos.....	27
Bibliografía	29

Introducción

En las últimas décadas, los desarrollos de la computación han generado una serie de espacios, herramientas y contenidos buscando transformar el entorno social y económico a través del desarrollo de políticas que permitan una mayor democratización de la información y el conocimiento, mejorando así las condiciones de vida de la población (OCDE, 2014). Los entornos educativos no han sido ajenos a este nuevo escenario y han apropiado algunas de estas herramientas con el fin de enriquecer la educación tradicional, cambiando el rol del estudiante al interior del aula de clase y posibilitando una mayor interacción por fuera de ella (Yanes, 2015).

Reconociendo su importancia, el gobierno colombiano ha implementado una serie de modificaciones en sus políticas públicas en búsqueda de crear mecanismos eficientes que permitan una mejor incorporación de la tecnología para cerrar la brecha digital existente entre ubicación geográfica y estratos socioeconómicos y a través de esto, mejorar la calidad educativa. Para esto y según Galvis Panqueva (2015), en Colombia se desarrollaron entre 1990 y 2014, políticas que respondían a cuatro objetivos estratégicos: proyectos en infraestructura informática y comunicacional con énfasis en la dotación de equipos de cómputo y conectividad; iniciativas con énfasis en desarrollo de talento humano en lo relacionado con el uso y apropiación de TIC; iniciativas para cualificar la labor educativa a partir de innovaciones fundamentadas en usos de TIC y programas y proyectos para hacer gestión y dar acceso a contenidos educativos de calidad.

Si bien las intervenciones han considerado el componente tecnológico, un alto porcentaje de las instituciones educativas del país no fueron construidas después del auge de la computación y no cuentan con una infraestructura eléctrica y tecnológica que permita aprovechar la potencialidad de los equipos de cómputo que tienen disponibles. Adicionalmente, la meta de Plan de Desarrollo 2014-2018 está definida sobre estudiantes por dispositivo y sede conectada (DNP, 2016), lo cual no permite identificar si esta capacidad instalada está al servicio de la comunidad educativa.

Un caso particular de este fenómeno se presentó en el municipio de Itagüí en el año 2012, el cual contaba con conectividad en las 24 instituciones educativas oficiales del municipio y 2 estudiantes por computador. Sin embargo, 11.000 de las 14.800 máquinas existentes en el municipio se encontraban almacenadas en una bodega y el promedio de ancho de banda por institución era de 1 Mb (Plan Digital TESO, 2016). Para esto y desde el año 2012, el municipio comenzó a implementar el Plan Digital TESO con el propósito de mejorar los ambientes de aprendizaje a partir de un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles. Si bien lograron poner funcionamiento los equipos de cómputo y aumentar la media de ancho de banda a 6 megas en 2016, poco se conoce sobre las reales necesidades de conectividad de las instituciones educativas en este nuevo entorno.

A partir de la problemática identificada, y reconociendo que las necesidades de modernizar la infraestructura tecnológica (TI) no son exclusivas del caso de Itagüí, este trabajo pretende hacer un análisis exploratorio del sector y dar unas recomendaciones generales a partir de un estudio sobre el uso real de ancho de banda en una de las 24 instituciones educativas del municipio. Esto se hará con base en información suministrada por el Plan Digital TESO, con mediciones en tiempo real de la saturación del servicio y con el objetivo de dar recomendaciones al hacedor de políticas, las cuales le permitan tomar decisiones sobre la ampliación o la reasignación del servicio, a partir de la medición de la demanda real y no de la percepción de los usuarios.

Bajo este marco, se hará una estimación de modelos SARIMAX, los cuales permiten considerar el componente autorregresivo y aleatorio de las series, además de incluir componentes estacionales y variables exógenas. Se describirá el proceso generador de datos de las series y se presentarán algunos ejemplos de estimaciones que podrían ser útiles para futuros estudios contratados por entidades gubernamentales.

Es importante resaltar que la intencionalidad de este estudio, no es únicamente proveer información metodológica sobre la asignación eficiente de la banda ancha a partir de un análisis del tráfico de red en el caso de Itagüí. El objetivo del trabajo, es servir como un documento diagnóstico y propositivo, que analiza cómo el aumento de la inversión en las políticas educativas con uso de TIC, ha desencadenado en una serie de necesidades eléctricas y tecnológicas en las instituciones educativas, las cuales deben ser resueltas para un mejor aprovechamiento de los recursos. Este texto está encaminado a servir de guía, como diagnóstico, a futuros estudios que analicen ampliamente cuáles deben ser las saturaciones de ancho de banda en cada institución particular y cuáles medidas tecnológicas deben acompañar las inversiones en políticas educativas con el uso de TIC

Marco Teórico

El sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha evolucionado rápidamente en los últimos años y juega un papel cada vez más determinante en el sistema económico, político y social. (Fedesarrollo & IDRC, 2016). En la búsqueda por mejorar la calidad educativa y reducir la brecha del conocimiento, el sector de la educación ha desarrollado en años recientes, proyectos de innovación educativa que emplean las TIC como elemento para acceder al conocimiento; este tipo de políticas han abierto la posibilidad de crear nuevas prácticas educativas y han permitido a los individuos ponerse al tanto de los avances en educación de cualquier parte del mundo (Galeano, Zea, & Saavedra, 2015).

Es en este contexto es donde cobra relevancia la revolución tecnológica dentro del sector educativo, que se dio a partir de la década de los cincuenta del siglo pasado y que ha logrado cambiar el paradigma del docente como el único poseedor y transmisor de conocimientos, para dar paso a una profunda transformación en la forma en que el ser humano concibe sus procesos de aprendizaje (Galeano et al., 2015). En esta línea, Botello & Guerrero, (2012), citando a Ferro, Martínez y Otero (2009), afirman que «una consecuencia de la implementación de TIC en el aprendizaje es la eliminación de las barreras espacio-temporales a las que se ha visto condicionada la enseñanza presencial. Desde este punto de vista, se asume que el aprendizaje ya no se produce en un espacio netamente físico sino digital, el ciberespacio, en el cual se tienden a desarrollar interacciones comunicativas mediáticas».

Por otra parte, Nussbaum (2013) encuentra que a la hora de usar las TIC en la educación, existen barreras que limitan la eficacia de los programas. Los autores indican que las barreras más visibles responden a la ausencia o deficiencia de equipamientos e infraestructura tecnológica, a la institucionalización de las TIC y la formación, creencias, actitudes, motivaciones, conocimientos y habilidades de los docentes. En búsqueda de superar estas barreras, se desarrolla una corriente investigativa alrededor de las buenas prácticas de uso de TIC en la educación. Galeano et al, (2015) hacen una revisión de los modelos propuestos por los organismos multilaterales y de algunos modelos empíricos de buenas prácticas de TIC en educación, y encuentran evidencia de que el rol del docente es determinante en la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula, pero que son los procesos sistémicos los que pueden garantizarla, es decir, aquellos que integran la infraestructura, lo institucional, la formación y las políticas públicas.

En este sentido se hace importante observar cómo ha sido el desarrollo de las políticas educativas en TIC en el contexto Colombiano y analizar si se han implementado proyectos integrales que garanticen el cierre de brechas digitales y el mejoramiento de la calidad educativa en las instituciones educativas públicas en el país.

Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación (TICE) en Colombia

En 2014, El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) realizó un estudio dentro del *Programa TIC y Educación Básica* llamado “Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: CASO COLOMBIA” en el cuál analizó la experiencia de la integración de las TIC en la educación en Colombia durante los últimos 25 años. Este estudio hace una categorización de las iniciativas TIC según el énfasis y clasifica las políticas dentro de cuatro grupos por periodos de tiempo entre 1990-2002, 2002-2010 y 2010-2014. A continuación se hace un breve recuento de las políticas mencionadas en este texto según la categorización realizada por el autor y las principales conclusiones sobre cada una de estas.

1. Iniciativas TICE Colombia que enfatizan infraestructura informática y comunicacional

En este punto cabe resaltar que aunque los resultados de las cifras que brindan políticas como Computadores Para Educar –CPE- y la Red Educativa Nacional –REN-, son positivos, tratándose de tecnologías de rápida obsolescencia y de significativo crecimiento de demanda de uso, lo hecho constituye un buen punto de avance pero no implica un estado estable asegurado. Por eso, el reto principal es darle continuidad a lo largo del tiempo a estas iniciativas y procurar también una actualización permanente del capital humano que saque provecho a la infraestructura. Además es importante alinear las políticas regionales y locales por medio de sinergias entre el gobierno nacional y los entes territoriales para que las políticas en TICE puedan permanecer de manera sostenida en la agenda nacional.

Ejemplos: Sisnied, Computadores para educar –CPE-, REDP SedBogotá, RENATA, Vive Digital Plus, Conexión Total Red Educativa Nacional –REN-, Aula Innovadora).

2. Iniciativas TICE con énfasis en desarrollo de talento humano

El mejoramiento educativo con apoyo de TICE es el motor de la gran mayoría de los programas o proyectos estudiados en el texto. Otro factor común identificado en este estudio es el hecho de que las iniciativas son en su mayoría exitosas solo en las fases de concepción, instrumentación y expansión inicial, pero no siempre se logra que sean expandibles y sostenibles, salvo en contadas excepciones (Pequeños Científicos y Escuela Virtual) donde alianzas público-privadas han dado viabilidad. El estudio de UNICEF 2014, identificó que la sustentabilidad y expansión de iniciativas que permiten

hacer desarrollo humano con TIC, parecen estar sujetas a los vaivenes presupuestales y políticos del momento, así como a la vigencia de los convenios con los aliados estratégicos.

Ejemplos: A que te Cojo Ratón, Intel Educar, TemáTICas, Bilinguismo, Formación en Corea, Certificación Maestro digital, Formación docente uso de TIC, Raíces aprendizaje móvil, Trasformar la práctica docente

3. Iniciativas con énfasis en innovación educativa con TICE

El estudio sobre las políticas TIC en los sistemas educativos en Colombia resalta cómo las políticas enfocadas en la innovación educativa han florecido tanto en educación primaria, básica y media, como en educación superior. Además, identifica cómo todas estas tienen en común una aproximación constructivista al aprendizaje, que privilegia pedagogías activas donde las TICE son mediadoras de procesos de exploración / indagación, creación de conocimiento y socialización vía interacción sincrónica o asincrónica.

Ejemplo; (Congenia, Red virtual Tutores, Alianza Futuro Digital, Planes TIC, eLearning, Colegio Loyola, Colegios Digitales, Clubes Antioquia Digital, Saber 3-5-9-11, Escuela Virtual, Todos A Aprender).

4. Iniciativas con énfasis en producción y gestión de contenidos educativos de calidad

Este trabajo destaca cómo a lo largo del tiempo se ha venido consolidando en Colombia una red de repositorios de contenidos digitales al servicio de la educación nacional. Según Galvis (2015) Los esfuerzos tempranos de Eduteka para hacer curaduría de recursos de acceso abierto y de utilidad para el sector educativo se han mantenido y amplificado con la dinamización de la apropiación y uso de soluciones informáticas que atienden nichos importantes para el desarrollo de competencias digitales para jóvenes y niños.

Ejemplos: Eduteka, Centros Innovación Educativa, Estrategia Nacional REDA: Recursos Educativos Digitales Abiertos.

Por último, dentro de las políticas educativas con uso de TIC en Colombia, cabe destacar una corriente que se ha desarrollado dentro de la universidad EAFIT y que se ha implementado como un proyecto de innovación educativa con el uso de TIC en el municipio de Itagüí por medio del Plan Digital TESO. Este modelo sufrió un proceso de escalabilidad y está siendo replicado en 200 instituciones educativas oficiales en Colombia con el Plan Nacional Colegio10TIC, adicionalmente se estará implementado próximamente en la capital del país. Zea Restrepo et al. (2015) plantean un modelo de aprendizaje ubicuo llamado UbiTAG, el cual propone la formulación de modelos educativos exitosos a partir de la interacción coordinada entre la tecnología, el aprendizaje y la gestión educativa.

El análisis de las políticas TICE en Colombia permite observar el reconocimiento que han adquirido las TIC como un sector clave para el desarrollo económico y social (Benavides, Castro, Devis, & Oliviera, 2011), los avances en investigación para el desarrollo de nuevas metodologías de aprendizaje a partir de herramientas tecnológicas han permitido que las políticas públicas hayan empezado a direccionar esfuerzos en esta línea. Sin embargo dentro de estas iniciativas no se observa una clara aproximación al desarrollo de infraestructura tecnológica dentro de las instituciones educativas.

El problema se agudiza cuando se observa cómo estos cambios han llevado a un crecimiento acelerado de la demanda de los usuarios por conectividad y velocidad, y cómo a pesar de los esfuerzos, la situación de provisión del servicio de banda ancha en la mayoría de instituciones educativas depende de la distribución que el hacedor de políticas haga según el presupuesto disponible y las necesidades que pueda inferir, sin tener en cuenta necesidades reales de demanda que se puedan ver alteradas por introducciones de política que incrementan la dotación tecnológica y en algunos casos, las habilidades de los agentes educativos para utilizar herramientas tecnológicas en su proceso de aprendizaje; en términos generales, estas iniciativas terminan siendo ineficientes tanto para la institución educativa, como para el hacedor de políticas por la falta de velocidades adecuadas para hacer uso de estas nuevas herramientas educativas.

En este contexto el análisis de la demanda de internet fijo en las instituciones educativas se hace relevante, la finalidad de trabajos en el área puede mejorar no solo la distribución del servicio y los costos asociados, si no la calidad educativa y el cierre de brechas digitales (Nikkie, 2009).

Antecedentes de la literatura

La Banda Ancha

El desarrollo del internet en los años recientes ha permitido la creación de nuevas aplicaciones basadas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC); la prestación de servicios de telecomunicaciones como video de alta definición, video llamada, así como los servicios de tele-medicina, tele-educación, tele-justicia, entre otros; han incrementado oferta de servicios a los usuarios y estos a su vez, poseen requerimientos cada vez mayores de anchos de banda que les permitan hacer uso de estas nuevas herramientas con mayor rapidez y en forma más confiable, conveniente y económica (CRC, 2016).

La implementación de redes de acceso a internet de alta velocidad tiene grandes beneficios para los individuos en la medida que mejora la capacidad de intercambio de contenidos de mejores características, la rapidez en la comunicación y la posibilidad de acceso a múltiples fuentes de información. El internet representa una infraestructura básica cada vez más involucrada en la vida de las personas, impactando los diferentes ámbitos y actividades de la vida diaria (CRC, 2016). Sin embargo, estos beneficios no están reservados exclusivamente

para los individuos, numerosos estudios han encontrado efectos positivos para las empresas, las instituciones académicas y la sociedad en general. En 2015, La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) presentó los resultados de un estudio de Banda Ancha en los países Andinos, dentro de sus análisis encontraron que:

El resultado de las investigaciones recientes sobre el impacto económico de la Banda Ancha, muestra resultados muy diversos, pero en todos los casos positivos sobre el crecimiento, la productividad, el empleo y el excedente del consumidor. Según el Banco Mundial la Banda Ancha contribuye al crecimiento, puesto que un 10% de aumento en las conexiones de este tipo incrementa el progreso económico de un país en un 1,3%. También se ha destacado el impacto de la Banda Ancha en la creación de empleo; estudios realizados por la UIT en 2015 al respecto revelan que su crecimiento varía del 0,2% al 5,32% por cada incremento del 1% de la penetración (pág. 13).

Otro informe de esta misma organización en 2011 titulado “El Impacto de la banda ancha en la economía” indicó contribuciones adicionales a las antes mencionadas, entre ellas, beneficios al crecimiento económico (a través de la implementación de procesos de negocio más eficientes y procesos de innovación), la promoción de la educación a distancia, la investigación, la mejora en el servicio de salud, el mercado laboral, la infraestructura, la industria, el monitoreo, el transporte, la democracia y la cultura. Para este estudio particular, los beneficios potenciales que la banda ancha pueda generar en la educación y el proceso de aprendizaje son de gran relevancia, por esta razón fueron discutidos dentro del marco teórico.

Para analizar los determinantes de la demanda de banda ancha, se hizo una revisión bibliográfica en búsqueda de literatura que ilustre el proceso de determinación de precios y cantidades en el mercado de telecomunicaciones; ya sea a nivel general o dentro de las instituciones educativas que son el foco central de esta investigación. Dentro del análisis exploratorio de la literatura económica, no se encontraron referentes que centraran la investigación en ésta como variable dependiente, por el contrario, los estudios se centran en los mercados minoristas y utilizan la determinación de las cantidades para estimar elasticidades de precio de la demanda.

El estudio de García & Posada 2016, evidencia esta problemática y propone establecer el precio como variable dependiente para lograr modelar el consumo; afirma que este nuevo enfoque permite la incorporación de variables internas a la firma, y a través de esto, proporciona información adicional sobre factores propios de la cultura de negocios, como lo son las renegociaciones, los descuentos por tiempo de contratación y los tiempos de negociaciones, permitiendo así un análisis que, sin perder generalidad, da luces importantes sobre el comportamiento del sector de telecomunicaciones.

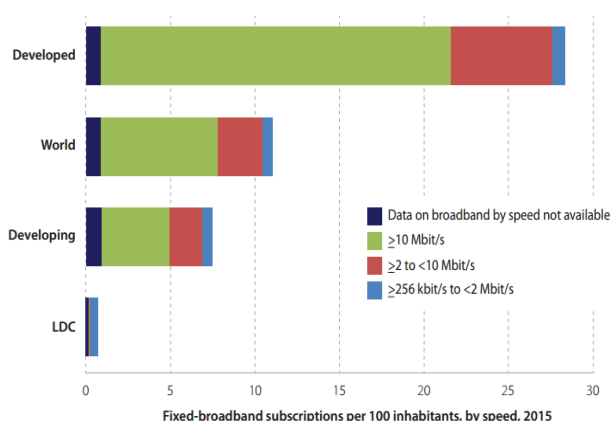
Al final, a partir de un modelo de demanda, este trabajo determina que son el ancho de banda contratado, la capacidad de compra de los consumidores (PIB per cápita), la inversión realizada en tecnología (Inversión en

TI), la cantidad total de Gigabytes en el mercado, el número de servicios contratados por un cliente y las renegociaciones que se hagan en el contrato; las principales variables que determina la formación de precios del mercado mayorista de telecomunicaciones. Por otro lado, a partir de un modelo de formación de precios, determinan que las cantidades están descritas por variables como la tarifa de los servicios, el comportamiento de la industria (IHH), el poder de compra (PIB per cápita), la zona de prestación del servicio y los ingresos de las compañías (utilidad antes de impuesto). (Garcia & Posada, 2016)

Banda Ancha a Nivel Internacional

Es importante definir claramente el concepto de banda ancha, ya que es el tema central de esta investigación; según las Naciones Unidas en 2015, Banda Ancha es “Una conexión permanente de alta velocidad proporcionada por un amplio espectro de tecnologías que permite el acceso a Internet y a otros servicios digitales”. Es acertado e ilustrativo mencionar que técnicamente el significado de Banda Ancha puede variar entre países y en el tiempo, esto se debe a que a medida que se perfecciona la tecnología, las velocidades de acceso a internet crecen y la definición técnica de Banda Ancha fija cambia. Además, se han empezado a incluir aspectos alternativos a la velocidad para definir la banda ancha, la Federal Communications Commission (FCC) considera que criterios tales como la latencia y la capacidad de consumo de datos del plan deberían ser considerados cuando se mide la disponibilidad de servicios avanzados de telecomunicaciones. Por otro lado, países como Brasil y organizaciones internacionales como la OCDE han propuesto no categorizar la banda ancha en términos de velocidad, sino más bien en términos de funcionalidad, enfocándose en que se puede hacer con determinado tipo de conexión. (CRC, 2016).

Ilustración 1 Comparación internacional: Suscripciones a Banda Ancha Fija y Velocidad

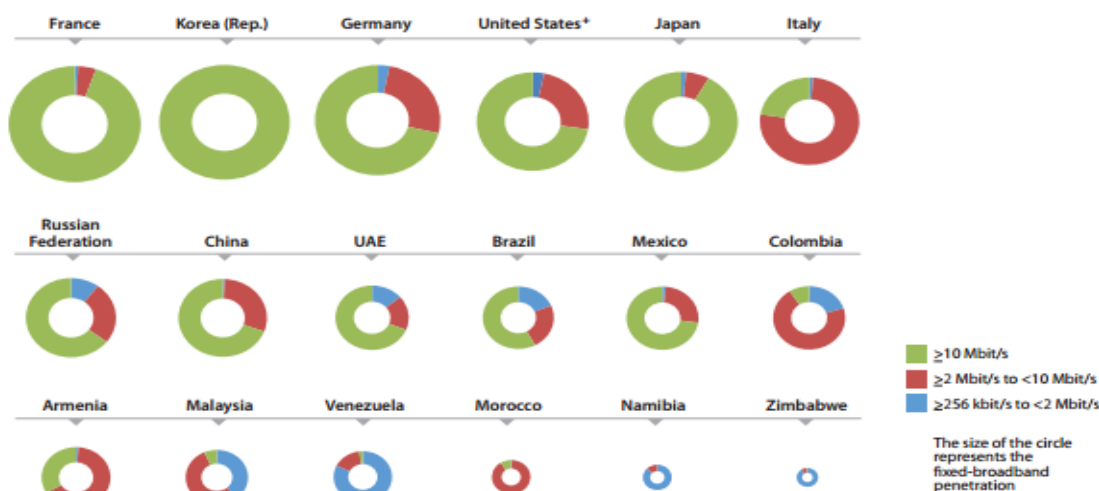


Sin embargo no se debe desconocer que el desarrollo de las funcionalidades de la banda ancha se encuentra ligado en gran parte a las velocidades ofrecidas, dado que éstas permiten que los usuarios puedan acceder a más y mejores servicios. Por esto, estas medidas serán las utilizadas para hacer el análisis comparativo en este estudio y de este modo observar la divergencia en las diferentes economías.

Fuente: Banco Mundial, 2016

La ilustración 1 nos permite observar las diferentes brechas en velocidad que tiene la banda ancha a nivel mundial. En los países desarrollados el número de suscriptores de banda ancha es mayor por cada 100 habitantes, igualmente la velocidad alcanzada en 2015 supera ampliamente el promedio de países en desarrollo y el mundo. La ilustración 2 evidencia el número de suscripciones de banda ancha fija en países seleccionados para el año 2015. Es importante resaltar a Colombia como un país con una alta penetración del internet pero con bajas velocidades de acceso, con un rango entre 2 Mbits - 10 Mbits en promedio.

Ilustración 2 Comparación internacional: Suscripciones a Banda Ancha Fija y Velocidad



Fuente: Banco Mundial, 2016

“De acuerdo con el informe de la UIT (2016), a principios de 2016, tres de cada cuatro suscriptores de banda ancha fija en países desarrollados tiene contratado un plan de velocidades de 10 Mbit/s o superiores, en comparación con los países en vía de desarrollo donde dos de cada cuatro suscriptores contrata planes de estas velocidades. Por su parte, en los países menos desarrollados, la penetración de banda ancha fija en general, sigue siendo muy baja, y sólo el 7% de las suscripciones de banda ancha fija manifiesta tener velocidades superiores a 10 Mbit/s.” (CRC, 2016).

La CEPAL en 2015 presentó un estudio llamado “La nueva revolución digital” donde hace un análisis del mercado de internet, caracterizando la demanda y la oferta de servicios tecnológicos en el sur del continente americano. Este trabajo evidenció el crecimiento acelerado del uso del internet en los países de América Latina, el cual se duplicó en los últimos siete años. A pesar de este crecimiento, el continente todavía sigue rezagado respecto a los países del mundo industrializado y muestra una dualidad no sólo entre naciones, sino también al interior de las mismas entre las zonas urbanas y rurales. El aumento significativo de la adopción de banda

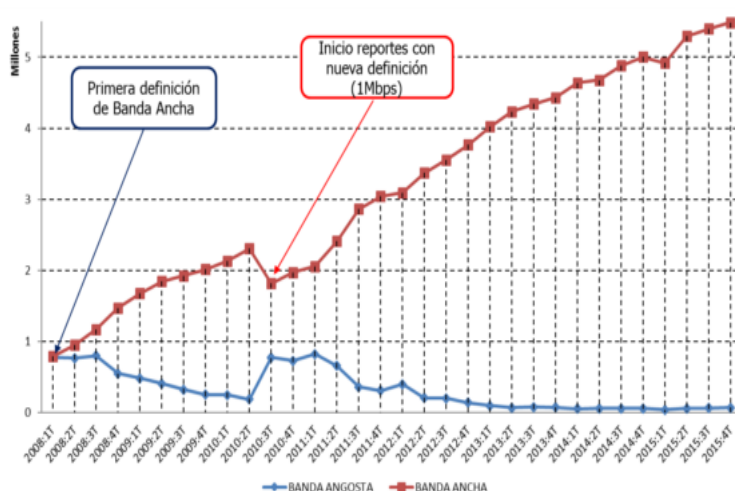
ancha se debió fundamentalmente a un aumento de la asequibilidad debido a la caída de precios, principalmente en banda ancha móvil (CEPAL, 2015).

Marco Regulatorio en Colombia

Vive Digital es el plan de tecnología que ha implementado el gobierno colombiano desde el 2010 con el fin de mejorar el desarrollo tecnológico del país mediante la masificación de internet y el desarrollo del ecosistema digital nacional. (MINTIC, 2016). Según datos reportados por el ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación, en el cuatrienio 2010-2014, Colombia pasó de tener 200 municipios con internet de banda ancha a tener 1.122 cabeceras municipales en todo el territorio nacional con este servicio. Además el 50% de los hogares colombianos se encuentran conectados a una red de fibra óptica. Para mediados de 2018 el reto del Plan Vive Digital es aumentar al 90% el número de colombianos beneficiados con la Red de Alta Velocidad, y mejorar el ancho de banda de 1 MB en promedio, a 4 MB. (MINTIC, 2016).

A pesar de los esfuerzos por desarrollar el sector, el desempeño de Colombia en materia de internet puede considerarse como relativamente bajo cuando se compara con otros países utilizando los índices internacionales que miden la adopción de las TIC, como el índice de Desarrollo de las TIC (IDI) o el índice de preparación de las redes del Foro Económico Mundial (NRI) (CRC, 2016). El mismo resultado se observa cuando se analizan los indicadores de penetración o las velocidades de internet promedio con países desarrollados, donde se identifica a Colombia como un país altamente rezagado y divergente entre zonas rurales y urbanas.

Ilustración 3 Evolución de los accesos dedicados fijos en Colombia 2008 - 2015



A continuación, se presenta una gráfica que muestra la evolución de los accesos dedicados fijos del país, evidenciando como las conexiones catalogadas como banda ancha han superado ampliamente las conexiones de Banda Angosta desde el 2008, y cómo este sector se adaptó rápidamente al cambio regulatorio en 2010.

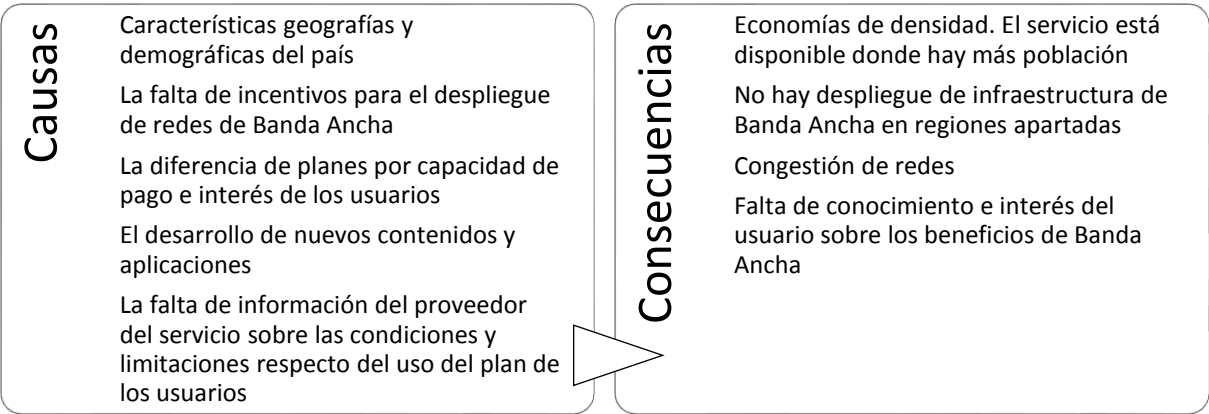
Fuente: CRC, 2016

A pesar de este resultado aparentemente positivo, las velocidades a las que se refiere la definición vigente en la regulación se alejan ampliamente de las dispuestas en los contextos internacionales. Lo cual genera brechas de acceso y apropiación de TIC y puede afectar negativamente diferentes aspectos económicos y sociales, entre ellos, la productividad, el crecimiento económico, la generación de empleo en zonas rurales, la innovación, los avances médicos y educativos, el comercio electrónico, entre otros.

El marco regulatorio que definió por primera vez una velocidad efectiva para la oferta de acceso de banda ancha en Colombia fue la Resolución CRT 1740 de 2007. En dicha norma se determinó que una conexión a Internet denominada como “Banda Ancha” debía tener al menos 512 Kbps de bajada (Downstream) y 256 Kbps de subida (Upstream). Posteriormente, fue expedida la Resolución vigente CRC 2352 de 2010, mediante la cual se modificó la definición de Banda Ancha antes referida, estableciéndose que la misma debe garantizar velocidades mínimas de Downstream y Upstream de 1024Kbps/512Kbps, respectivamente (CRC, 2016).

En búsqueda de establecer la ruta y los plazos para cerrar las brechas entre los estándares en esta materia de Colombia y los equivalentes al promedio de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico - OCDE, el artículo 40 de la Ley 1753 de 2015 (Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018) estableció a la comisión de Regulación de Comunicaciones como el ente encargado de establecer una senda de crecimiento para la definición regulatoria de banda ancha a largo plazo. En 2015 esta organización realizó un estudio exploratorio en el cuál identifico que los problemas más agudos que afectan este sector se refieren a los temas del ambiente político y regulatorio, donde cuestiones como la efectividad de los reguladores, la independencia judicial y la carga impositiva son los puntos más débiles del sistema colombiano. Las principales causas y consecuencias de esta brecha se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Diagnostico de causas y consecuencias del servicio de banda ancha en Colombia



Fuente: Elaboración propia con información de CRC, 2016

Es importante analizar que si bien el desarrollo de la banda ancha no se determina únicamente por la velocidad en la transmisión de datos, sí es importante cerrar brechas en esta materia, ya que el desarrollo de las funcionalidades de la banda ancha que le permite propiciar la convergencia de servicios, el acceso a mayor número de oportunidades de conocimiento y la creación de aplicaciones, va ligado muchas veces a las velocidades ofrecidas, dado que éstas permiten que los usuarios puedan acceder a más y mejores servicios. (CRC, 2016)

La CRC propone, dentro de este trabajo, modificar la definición vigente de banda ancha a partir de un análisis Multicriterio, ellos recomiendan una zonificación según la densidad de la población y un aumento en las velocidades de Subida y Bajada de la siguiente manera:

Tabla 2: Resumen de la propuesta de la CRC sobre la definición de Banda Ancha

Velocidades asociadas a la definición de Banda Ancha	Vigencia			
	Hasta el 31 de diciembre de 2019		Desde el 1 de enero de 2020	
	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
Bajada	10 Mbps	1 Mbps	25 Mbps	10 Mbps
subida	1 Mbps	512 Kbps	4 Mbps	1 Mbps

Fuente: CRC, 2016

El municipio de Itagüí y el Plan Digital TESO

Plan Digital TESO es una iniciativa socioeducativa de la alcaldía municipal de Itagüí (Colombia) en alianza con la Universidad EAFIT que busca el desarrollo de capacidades e iniciativas educativas a través de la integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones en los diferentes ambientes de aprendizaje, contribuyendo de esta forma al mejoramiento de la calidad educativa de los 36.000 estudiantes, 1.151 docentes y 105 directivos de las 24 instituciones educativas oficiales del municipio (Plan Digital TESO, 2016).

TESO significa Transforma la Educación para crear Sueños y Oportunidades y se desarrolla a través de cuatro componentes estratégicos: 1. Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), 2. Aprendizaje, 3. Gestión y 4. Tecnología, los cuales son soportados por una red educativa y enmarcados en un sistema de gestión que asegura la integración de la tecnología como un medio que facilita la transformación educativa, la calidad de los servicios educativos y procesos de mejoramiento continuo.

Desde el año 2012 el municipio de Itagüí, a través de la implementación del Plan Digital TESO, realizó una serie de actividades y estrategias en búsqueda de preparar tecnológicamente a las instituciones educativas para que estudiantes, docentes y directivos puedan aprovechar los recursos tecnológicos disponibles y de este modo

hacer posible la transformación de los ambientes de aprendizaje. A partir de la experiencia con TESO, se pueden diseñar modelos escalables que permitan implementar mejores prácticas en las políticas educativas con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, para esto, este trabajo hace un diagnóstico de los aprendizajes que TESO ha dejado en materia tecnológica a partir de una entrevista con el líder de Monitoreo & Evaluación del proyecto Daniel Cuartas Rocha. A continuación se resumen las principales metodologías que implementó TESO en materia tecnológica y se anotan las principales conclusiones y recomendaciones que surgieron en la entrevista.

En primera instancia y con el fin de identificar el estado de la infraestructura tecnológica, en el año 2012 se desarrolló un diagnóstico para conocer el estado del parque tecnológico (telecomunicaciones y cómputo) con el fin de diseñar planes de mejoramiento para cada una de las instituciones educativas. Como resultado de este proceso, se definieron las estrategias de Soporte TESO y Modernización Tecnológica con el fin de dar un mejor aprovechamiento a los recursos disponibles.

La estrategia de soporte TESO implementada entre 2013 y 2015 tenía como objetivo brindar soluciones de infraestructura tecnológica por medio de la creación de mecanismos de gestión oportunos, para esto, se implementó una mesa de ayuda tecnológica para dar solución integral y permanente a los requerimientos sobre el parque tecnológico por parte de la comunidad educativa; se definieron los protocolos de gestión donde se crearon los centros de acopio para el manejo de desechos eléctricos y electrónicos y se hizo un levantamiento de inventarios tecnológicos con especificaciones técnicas, estado y ubicación para cada dispositivo; se transfirió conocimiento sobre el manejo de equipos XO al operador de mesa de ayuda. Se creó capacidad en las instituciones educativas a través de los monitores TESO y transfirió conocimiento a la Secretaría de Educación Municipal para la contratación, manejo y control de la mesa de ayuda.

De forma paralela, la estrategia de Modernización TESO permitió la implementación de una modelo de arquitectura TI en las Instituciones Educativas a partir de la adquisición de nuevas tecnologías y el retiro de las obsoletas. A través de esta estrategia se realizó acompañamiento y asesoría técnica a las Secretaría de Educación y para la migración a fibra óptica de las 38 sedes educativas del municipio, rediseño de la red de cableado estructurado y redes inalámbricas, pruebas de *Site Survey* y diseño con la reubicación de los Access Point, levantamiento de los planos con el diseño de la red LAN y WLAN, separación de cableado estructurado del cableado de redes eléctricas; entrega de planos eléctricos de la plataforma TI que soportará las adecuaciones de cableado estructurado, los servicios de telecomunicaciones administrativos y adecuaciones de los espacios para el uso del parque tecnológico institucional.

Adicionalmente, en 2015 el Plan Digital TESO realizó estudio que buscaba establecer el nivel de saturación del ancho de banda disponible en todas las sedes educativas del municipio. Inicialmente realizó un piloto de

conectividad en una institución educativa oficial de Itagüí el cual tenía como objetivo dimensionar las necesidades de conectividad de una institución educativa promedio del municipio. A partir de esto y según lo reglamentado por la Comisión de Regulación de Comunicaciones en el Artículo 2.6 de la Resolución 1740 de 2007, el operador del servicio de conectividad puso a disposición de la Secretaría de Educación municipal un acceso para la verificación del uso efectivo del ancho de banda en las sedes educativas del municipio y a partir de esto, el Plan Digital TESO, realizó un seguimiento minuto a minuto durante 10 semanas a los consumos de ancho de banda de estas sedes educativas.

Aprendizajes y oportunidades de mejora desde TESO.

De cara al ritmo acelerado que viven los avances tecnológicos y al desarrollo creciente de aplicaciones del internet en el sector educativo, cabe resaltar los aprendizajes que ha dejado el Plan Digital TESO y las oportunidades a futuro que se identificaron en la entrevista con mira en el cierre de brechas educativas y digitales.

- La distribución del ancho de banda en las instituciones educativas no se hace a partir de sus requerimientos o por estudios técnicos de saturación de redes, por el contrario, se otorga a partir de los lineamientos dentro de las estrategias del Plan Digital TESO en conjunto con las percepciones de los funcionarios de la Secretaría de Educación sobre las necesidades de las Instituciones.
- Se identificó que la arquitectura tecnológica es una limitación importante para mejorar las redes y la conectividad de las instituciones. La estrategia tecnológica tiene que partir de normalizar el problema eléctrico, es decir, garantizar condiciones eléctricas y de seguridad para que los equipos tengan una vida útil más larga.
- Se deben hacer proyectos de modernización tecnológica que vayan acorde a las políticas de dotación y apropiación de tecnologías. Uno de los principales beneficios de estas nuevas tecnologías, es que incorporan *Analytics*, es decir, aplicaciones que permiten ver las horas de consumo, los contenidos a los que accede la comunidad educativa, los dispositivos que se conectan a la red, entre otra información relevante que puede ser utilizada para hacer una optimización del servicio a partir del análisis de datos en tiempo real. Además tiene funcionalidades para crear filtrados más especializados donde se puede distribuir el ancho de banda a un AP particular de la institución y hacer fotos de calor de radios de cobertura.
- Es muy importante que los docentes tengan buena conectividad para aplicar las nuevas metodologías de enseñanza. Se ha encontrado que cuando el servicio es intermitente los docente se desmotivan y son más reacios a cambios en el modelo de enseñanza. Además no es suficiente con tener un acceso

a internet en la sala de sistemas, toda la arquitectura tecnológica debe estar adecuada para propagar las ondas de internet y permitir un acceso en toda la institución educativa.

- Para mejorar la calidad del servicio se propone crear estrategias de priorización a partir de canales de distribución con anchos de banda personalizados según las necesidades del usuario en la comunidad educativa. Con una mayor saturación para directivos docentes, pero que incluya (con menores MEGAS) a los estudiantes.
- Las necesidades de internet son infinitas y por eso la modernización es necesaria. Lo ideal es poder hacer políticas de selección de usuarios sin ser invasivos por medio de controladores en nube (cloud computing¹), Este tipo de herramientas permiten la optimización en tiempo real de los recursos tecnológicos de los colegios.
- El gap digital no se determina únicamente por el acceso a los recursos, ya que estos están cada vez están más disponibles a la comunidad, por el contrario, son el tipo de uso que los individuos le dan y el tipo de contenido que consumen lo que marca diferencia.
- Se encontró en los resultados de evaluación que comparados con la política Nacional Colegio 10 TIC, Plan Digital TESO tiene recursos más limitados pero la percepción que los docentes tienen sobre la conectividad es mucho mejor. Esto se debe a que hay una mejor optimización del servicio. No solo se debe analizar el ancho de banda disponible, sino también la experiencia del usuario, esta se puede ver afectada por la mala configuración de los equipos o por un virus dentro de la red. “No es solo tener el recurso, lo importante es saberlo gastar” (Cuartas Rocha, 2016).
- Además, se identificó que en las políticas Nacionales como *Los Mega Colegios*, no hay una planeación adecuada para propagar conectividad, no está considerada la estructura TI para que los estudiantes puedan acceder a internet en cualquier lugar de la institución educativa.

Retos

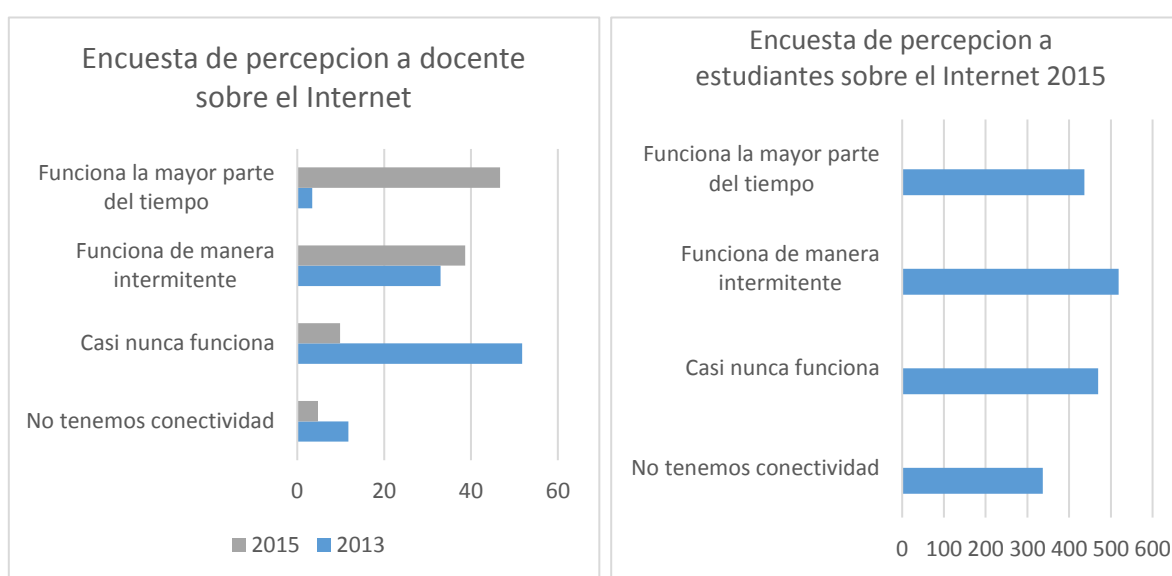
1. Estrategias fuertes de gobernabilidad para que los directivos se apropien de las tecnologías y puedan gestionar mejores redes para sus instituciones. Se debe empoderarlos de conocimientos básicos del funcionamiento de redes e invertir de manera paralela.
2. Existen retos presupuestales para la que las entidades reconozcan las necesidades de la IE de ampliación del ancho de banda y de cambio en infraestructura TI.
3. Se debe dirigir esfuerzos hacia el uso apropiado de los recursos tecnológicos por parte de la comunidad educativa, que permitan verdaderas transformaciones en la enseñanza en el aula de clase.

¹ La práctica de usar una red de servidores remotos alojados en Internet para almacenar, gestionar y procesar los datos, en lugar de un servidor local o un ordenador personal (Gloogle, 2016).

4. Debe existir un soporte a los equipos. En TESO, esta estrategia se ha implementado a partir de una Mesa de Ayuda contratada con un tercero. Sin embargo, existen necesidades de mejoras en los contratos y en la compra de dotaciones (equipos y partes) para mantener a punto los recursos tecnológicos.

Se propone una bolsa de distribución de megas que pueda ser ajustada según los requerimientos diarios de las instituciones educativas. Dentro del poder de negociación que tienen las entidades territoriales en sus contratos de banda ancha, se debería incluir un administrador de redes para que optimice el uso de recursos. Se necesita buen diseño, buena arquitectura y actualizaciones a Cloud Computing.

Ilustración 4 y 5: Percepción del internet de los Docentes y estudiantes del municipio de Itagüí



Fuente: Elaboración propia con información de Plan Digital TESO 2016

Por último, para concluir el diagnóstico y los aprendizajes a partir del Plan Digital TESO, se presentan la ilustración 4 y 5 que muestran una encuesta que se realizó a los docentes y estudiantes sobre su percepción acerca del funcionamiento del internet en la institución educativa. En la ilustración 4 se puede observar claramente la mejoría que vieron los docentes desde el 2013 al 2015 en cuanto a la conectividad. Por otra parte, en la ilustración 5 sobre la percepción de los estudiantes no se tienen datos anteriores al 2015 y por tanto no se puede analizar el cambio en el tiempo, sin embargo se puede observar mayor disparidad en la percepción del funcionamiento del servicio. Esto se puede explicar en parte, porque la política de acceso al internet de los estudiantes es competencia de cada rector de la institución educativa.

Metodología y datos

Como se mencionó anteriormente, el estudio de la banda ancha y dentro de esta, el tráfico de red, juegan un papel muy importante para aprovechar plenamente las inversiones de las políticas TICE. Por esto, caracterizar y modelar el tráfico de información es necesario para un funcionamiento eficiente de la red que permita un uso óptimo de los nuevos recursos tecnológicos que están entrando al mercado. Para esto la literatura propone numerosos enfoques. Nikkie (2009) plantea un modelo GARCH por sus siglas en inglés (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) con el objetivo desarrollar un algoritmo de predicción que pueda representar los datos de tráfico de Internet y sus características. Por otra parte, Basu, Mukherjee, & Klivansky (1996) proponen una estimación a partir de modelo de media móvil autoregresiva (ARMA) para estimar el tráfico de internet. Prangchumpol (2013) intenta predecir la velocidad de datos de entrada y salida en el sistema de red mediante el uso de reglas de asociación (minería de datos).

Este trabajo plantea un modelo de series de tiempo SARIMAX para estimar el tráfico de red en una sede educativa representativa. La información utilizada para hacer los análisis de los determinantes del ancho de banda, fue suministrada por el Plan Digital TESO a partir del proyecto piloto realizado en 2015 para medir la saturación del internet en las instituciones educativas oficiales del municipio. La información recolectada mide la entrada, la entrada máxima, la salida y la salida máxima de ancho de banda en 37 de las 38 sedes educativas oficiales de Itagüí. La información disponible tiene una periodicidad de 5 minutos durante 7 semanas medida en Mbps.

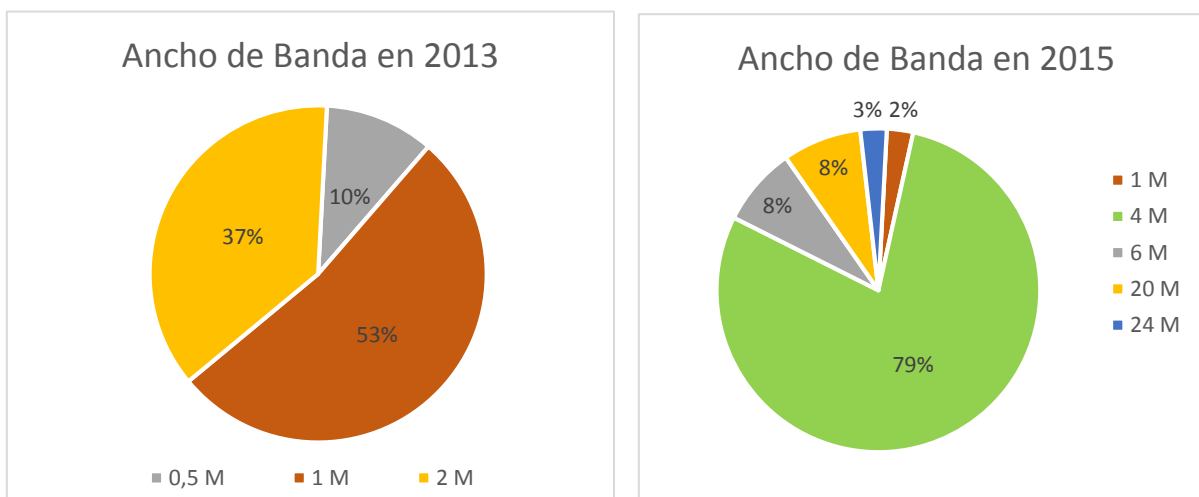
Tabla 3: Descripción de Variables

	<i>Obs.</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Dev.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>ENTRADA</i>	242.615	1,37	4,28	0	60,45
<i>ENTRADA MAXIMA</i>	242.615	1,45	4,44	0	60,45
<i>SALIDA</i>	242.615	0,13	0,42	0	15,25
<i>SALIDA MAXIMA</i>	242.615	0,13	0,44	0	19,22

Fuente: Construcción propia con datos del Plan Digital TESO 2016

Dentro de los estadísticos descriptivos de la serie se corrobora algo encontrado previamente en la literatura, el ancho de banda de entrada supera ampliamente el de salida. Este fenómeno, aunque frecuente en los usuarios de internet, considera un reto para futuros años, en la medida que los docentes y los estudiantes se apropiaran de las nuevas tecnologías se vuelvan creadores de contenidos y requieren mayores capacidades de la red para compartir su trabajo con la comunidad educativa por fuera de su institución.

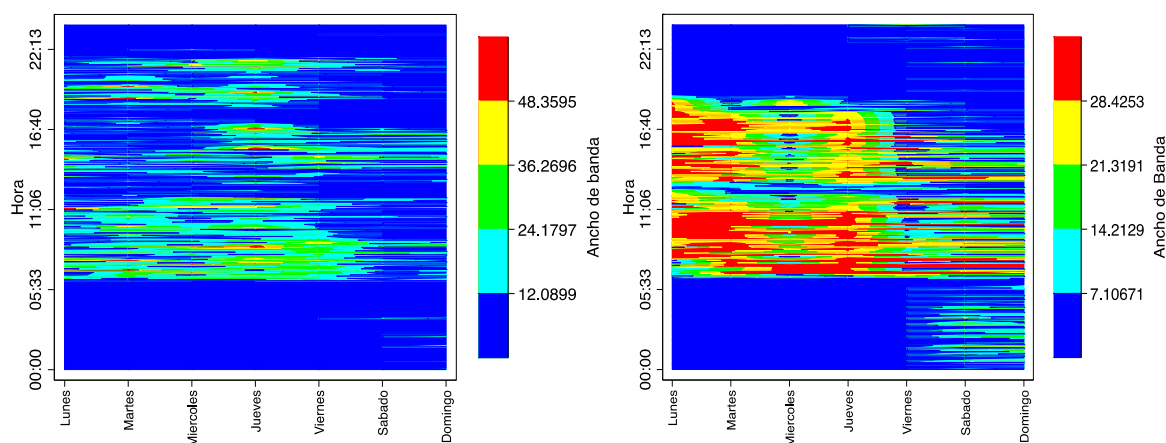
Ilustración 5 y 6: Evolución del ancho de banda contratado por sede educativa 2013-2015



Fuente: Elaboración propia. Datos del Plan Digital TESO 2015

La información disponible contempla la evolución del ancho de banda contratado por sede educativa entre los años 2013 y 2015 donde se pasó de una mediana de 1 Mbps a 4 Mbps por sede educativa, adicionalmente, 4 sedes educativas fueron modernizadas integralmente y se amplió el ancho de banda a 20 Mbps o 24 Mbps. Las ilustraciones 5 y 6 evidencian esta transformación, en 2013 el solo el 37% de las sedes educativas tenía a su disposición un ancho de banda igual o superiores a 2 Mbps, en 2015 el 79% ya tenían velocidades iguales a 4 Mbps.

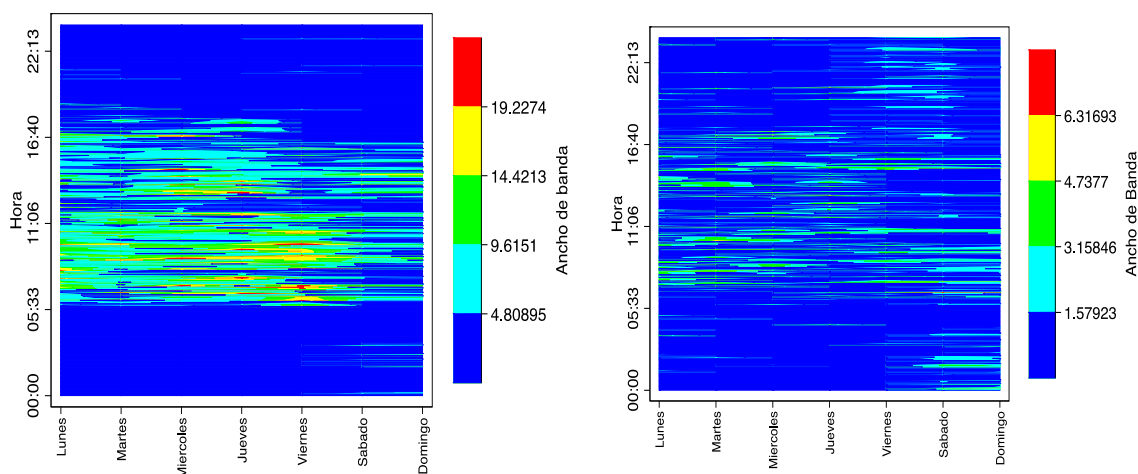
Ilustración 4 y 5: Saturación del ancho de banda en las sedes educativas con 55 M y 24 M



Fuente: Elaboración propia con información del Plan Digital TESO 2016

Las ilustraciones 4 y 5 muestran el comportamiento de la demanda de banda ancha en las sedes educativas con mayor asignación inicial de ancho de banda del municipio de Itagüí. En la ilustración 6 se observa la demanda en la institución educativa Marceliana Saldarriaga y se ve claramente reflejado como no hay una saturación del servicio en comparación con la ilustración 7 que evidencia el comportamiento de la demanda de banda ancha en la Sede Principal de la institución educativa Concejo Municipal de Itagüí a pesar de que esta posee una menor asignación de ancho de banda. En ambas instituciones se puede observar que las horas de la demanda se incrementan entre las 6:00 am y las 6:00 pm con un breve decrecimiento a las 12:00 del mediodía. Los días sábados y domingos se observa un menor consumo de ancho de banda, acorde con las menores actividades que se realizan durante estos días en las instituciones educativas en promedio.

Ilustración 6 y 7: Saturación del ancho de banda en las sedes educativas con 20 M y 4 M



Fuente: Elaboración propia con información del Plan Digital TESO 2016

La ilustración 6 y 7 representan la banda ancha de las instituciones educativas tienen asignado 20 M y 4 M respectivamente, es importante anotar que el 79% de las instituciones educativas en el municipio de Itagüí en el 2015 poseen un ancho de banda de 4 M. En esta ilustración se observa una baja saturación de la banda ancha y unos accesos atípicos durante los fines de semana

Modelo

Para el análisis, estimación y predicción de la demanda, se propone un modelo Estacional autorregresivo integrado de media móvil con regresores exógenos, SARIMAX, para una sede educativa, representativa donde se incluirán componentes estacionales y variables exógenas

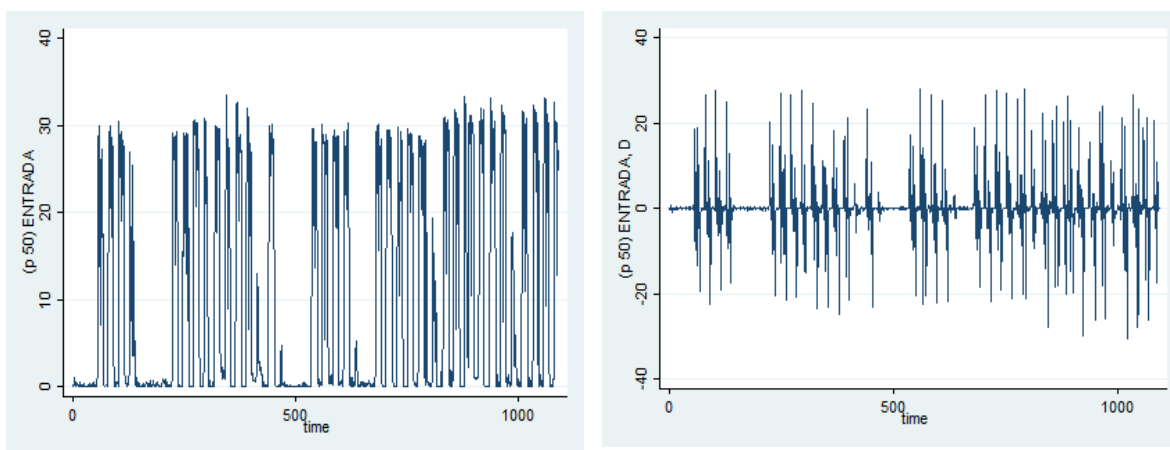
adicionales al componente autorregresivo y aleatorio de las series. Se parte de un modelo ARMA de la siguiente manera

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i}$$

Inicialmente se había planteado estimar las 38 sedes educativas del municipio, pero ya que el propósito del trabajo no va direccionado a ser un documento técnico sobre medición de series de tiempo, sino que por el contrario busca implementar una metodología que ejemplifique una posible alternativa para que los hacedores de política puedan tomar mejores decisiones a partir de estudios técnicos del ancho de banda y teniendo en cuenta que este trabajo posee un fundamento teórico fuerte basado en el estudio del estado actual del servicio a nivel internacional, nacional y local. Se realiza un proceso aleatorio para escoger una sede educativa que ilustre la metodología propuesta. Adicionalmente se escoge la variable ENTRADA para estimar el proceso generador de datos, pues son estos, los más demandados para hacer uso de los contenidos digitales disponibles.

Inicialmente se parte del gráfico de líneas, en este se revela que la dispersión de la serie se mantienen en cada momento del tiempo, es decir, no se observa una tendencia clara que deba ser corregida. Sin embargo, se pudo ver un posible comportamiento no estacionario en media. Se contrasta con un gráfico de diferencias, el cual posee un comportamiento similar a una serie con media cero y una varianza constante, es decir un comportamiento estacionario.

Ilustración 6 y 7: Tráfico de entrada y la Entrada Diferenciada



Fuente: Elaboración propia con información del Plan Digital TESO 2016

Antes de proceder con la fase de identificación del modelo, se realizaron dos contrastes estadísticos formales para determinar la estacionariedad de la serie. El primero fue la Prueba de Dickey-Fuller Aumentada, la cual arrojó una significancia superior al 1% para rechazar la hipótesis nula de que la serie tiene raíz unitaria (ver anexo 1). La segunda prueba analizada fue la prueba Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin –KPSS-, la cual fue considerada por el hecho de analizar en su estudio la hipótesis contraria. Esta arrojó una significancia inferior al 5% que no permitió rechazar la hipótesis nula de estacionalidad (ver anexo 2). Por lo anterior, podemos concluir que la serie analizada tiene un comportamiento estacionario y no es necesario aplicar diferencias o transformaciones adicionales.

Después de probar la estacionariedad de la serie tanto en media como en varianza, se procede con la identificación del modelo para determinar cuál es el proceso generador de datos de la serie, para esto, se utilizan la función de autocorrelación estimada (FACE) y la función de autocorrelación parcial estimada (FACPE) (ver anexos 3 y 4). El proceso de identificación consiste en comparar el comportamiento de estos estadísticos con funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial teóricas correspondientes a distintos modelos teóricos con los que pueda guardar similitud, teniendo en cuenta que nunca cabe esperar similitud perfecta. Para este modelo la FACE de la serie muestra un decaimiento lento, lo que da señales de la no estacionariedad de la serie inicial, por otro lado, la FACPE sugiere una posible proceso autoregresivo AR (1). Adicionalmente se examina el correlograma para mirar la significancia de los rezagos y se determina un posible comportamiento estacionario.

Resultados

A continuación, se presentan a través de una tabla de regresiones algunos de los modelos estimados con su respectivo nivel de significancia y el criterio de información bayesiana Akaike and Schwarz para evaluar el ajuste del modelo. A partir del análisis anterior de gráficos, se inicia con la estimación de un modelo con un proceso Auto Regresivo AR(1) y se van incluyendo rezagos tanto en medias como en los errores en los modelos posteriores. A partir de las gráficas de autocorrelación y autocorrelación parcial, se identifican algunos rezagos importantes y se incluyen en el modelo para estimar su significancia. Adicionalmente se considera la periodicidad de la serie y se incluye el componente estacional de 24 rezagos. Se estima que el proceso generador de datos de la serie está dado por el modelo 5, que incluye AR (1) MA en los rezagos 1, 7 y 12 y un SARIMA (1,0,1,24).

Se encuentra que el modelo estimado tiene un grado de ajuste elevado en comparación al de otros modelos alternativos probados. Los coeficientes del modelo son estadísticamente significativos, están poco correlacionados entre sí y son suficientes para representar la serie. Además, los residuos del modelo estimado se aproximan al comportamiento de un ruido blanco (ver anexo 4). Por todo lo anterior se pudo concluir que el

modelo estimado que representa el tráfico de entrada en una sede educativa representativa del municipio de Itagüí es el más adecuado posible para representar el comportamiento de la serie estudiada.

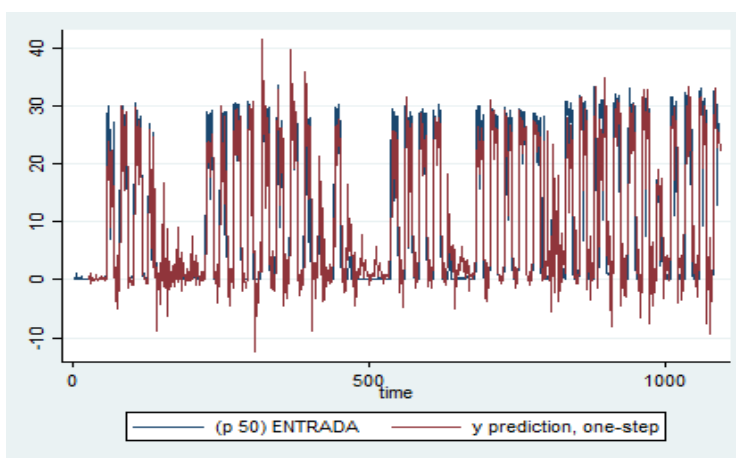
Tabla 4: Regresión de modelo SARIMA

	modelo1 b/se	modelo2 b/se	modelo3 b/se	modelo4 b/se	modelo5 b/se
(p 50) ENTRADA					
constant	9.844*** (0.72)	9.872*** (2.33)	9.591*** (1.57)	9.710*** (2.06)	0.187 (0.15)
ARMA					
L.ma	0.669*** (0.03)	0.053 (0.03)		-0.176*** (0.03)	-0.191*** (0.03)
L7.ma				0.150*** (0.02)	0.145*** (0.02)
L12.ma				-0.310*** (0.02)	-0.302*** (0.02)
L.ar		0.825*** (0.04)		0.863*** (0.02)	0.861*** (0.02)
sigma					
constant	8.971*** (0.36)	6.806*** (0.18)	9.694*** (0.44)	5.524*** (0.08)	5.581*** (0.08)
ARMA24					
L.ar			0.693*** (0.06)	0.672*** (0.03)	0.338*** (0.03)
L.ma			-0.097* (0.04)	-0.265*** (0.05)	-0.902*** (0.02)
AIC	7904.431	7303.216	8087.957	6862.275	6755.023
BIC	7919	7323	8108	6902	6795

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Esta metodología puede ser aplicada a las demás series de Entrada Máxima, Salida o Salida Máxima para modelar el comportamiento de las series dentro de cada sede educativa, futuros estudios pueden incluir estimaciones en panel, que analicen efectos fijos del territorio, o variables exógenas como el número de estudiantes por computador, el número de equipos de cómputo o la implementación de políticas dentro de la institución educativa. Como se puede observar en la ilustración 8, el pronóstico del modelo presenta un buen ajuste, ya que el pronóstico se pega al comportamiento de la serie original.

*Ilustración 8: Serie Original
Entrada Vs. Predicción del
modelo*



Conclusiones

A partir del análisis del sector de banda ancha y las comparaciones realizadas por los organismos multilaterales, se encuentran rezagos importantes en Colombia que pueden disminuir el impacto positivo de las TIC en el sector educativo. Se propone entonces, analizar la posibilidad de implementar casos exitosos de educación en tecnologías, ya sea en modelos regionales como es el caso Chile o a partir de análisis internacionales con casos como el de Korea del sur o Australia, donde se han desarrollado teorías importantes en el tema y se han implementado políticas que han tenido aparente éxito, por lo menos en resultado de pruebas estandarizadas como PISA. También se deben realizar mayores esfuerzos que acerquen los marcos regulatorios de definición de banda ancha a estándares internacionales.

Adicionalmente, se ha identificado que los avances en las políticas educativas con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación representan retos importantes para las instituciones educativas y para los hacedores de políticas, quienes deben considerar componentes eléctricos y tecnológicos que permitan un desarrollo de políticas integrales y sistémicas que incentiven el uso de las herramientas entregadas en estos programas. A partir de análisis de requerimientos específicos dentro de cada institución educativa, se puede lograr promover el cierre de brechas digitales y el mejoramiento de la calidad educativa a partir de procesos transformación en el aula de clase. Se propone implementar instrumentos de evaluación para medir el uso y la apropiación de las tecnologías en el aula de clase, ya que de esta forma se podría direccionar el desarrollo de políticas públicas más eficiente que tengan en cuenta los usos reales que cada día desarrollan la comunidad educativa dentro de los programas gubernamentales con uso de TIC.

A partir de la experiencia con el Plan Digital TESO, se encontraron posibles oportunidades de mejora para las políticas nacionales educativas con TIC, donde se relata la utilización de *Analytics* a partir de la modernización tecnológica de ciertas instituciones educativas para analizar en tiempo real, el comportamiento de la banda ancha dentro de la institución educativa. Se propone entonces que, para futuros proyectos, los hacedores de política contraten operadores de red, que puedan analizar quienes, y a cuáles contenidos debe acceder la comunidad educativa y puedan, por ejemplo, redireccionar las megas hacia la institución educativa que posee mayores requerimientos en un día específico.

Se identifica también la posibilidad de mejorar la experiencia de usuario con el internet sin incrementar el ancho de banda; a partir de estrategias de priorización del servicio, donde se creen diferentes canales de acceso según el perfil del usuario, garantizando un acceso más eficiente a los docentes, pero sin privar al estudiante

de la capacidad de acceder a contenidos digitales. Adicionalmente, se recomienda contemplar en futuros estudios la posibilidad de irradiar el internet a la comunidad cuando el servicio no sea utilizado por la institución educativa (horas valle), con el fin de hacer un mejor aprovechamiento del recurso en todo momento y teniendo en cuenta que el servicio es contratado a nivel municipal.

A partir del análisis del modelo SARIMA de la saturación de ENTRADA en una sede educativa del municipio, se ejemplifica una posible metodología de estimación de la demanda de banda ancha. Y se plantea como una posible aproximación a la demanda real del servicio en el municipio. Esto servirá para que futuros estudios profundicen en el análisis particular y realicen estudios más rigurosos donde incluyan variables fijas por institución educativa para pronosticar las series de tiempo. A partir de esto, los hacedores de política podrán determinar si están haciendo una distribución adecuada de las Megas y podrán tomar decisiones de reasignación.

1. Pruebas de raíces Unitarias

A. Prueba de Dickey - Fuller Aumentada

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 1092

		Z(t) has t-distribution		
	Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-9.682	-2.330	-1.646	-1.282

p-value for Z(t) = 0.0000

D.ENTRADA	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ENTRADA						
L1.	-.158952	.0164166	-9.68	0.000	-.1911637	-.1267404
_cons	1.585947	.2619505	6.05	0.000	1.071963	2.099931

B. Prueba KPSS

KPSS test for ENTRADA

Maxlag = 21 chosen by Schwert criterion

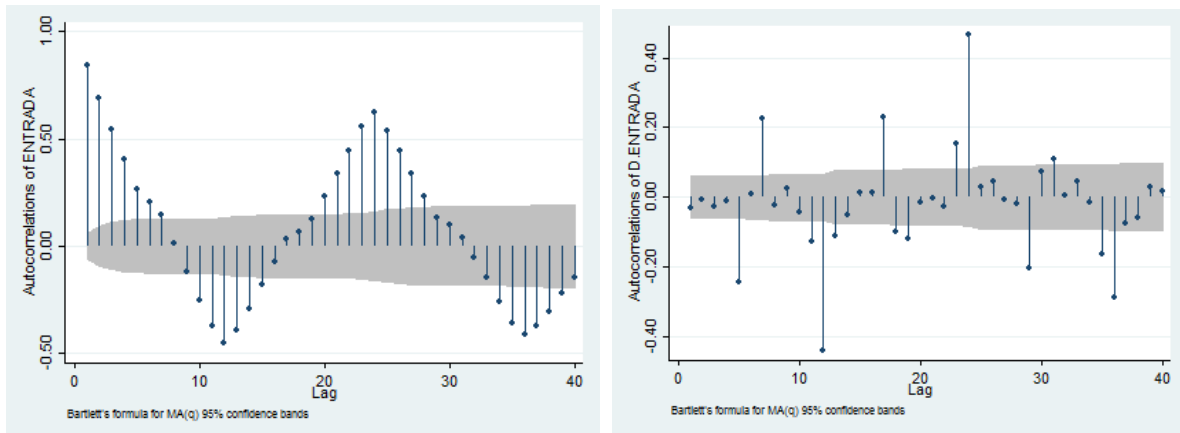
Autocovariances weighted by Bartlett kernel

Critical values for H0: ENTRADA is trend stationary

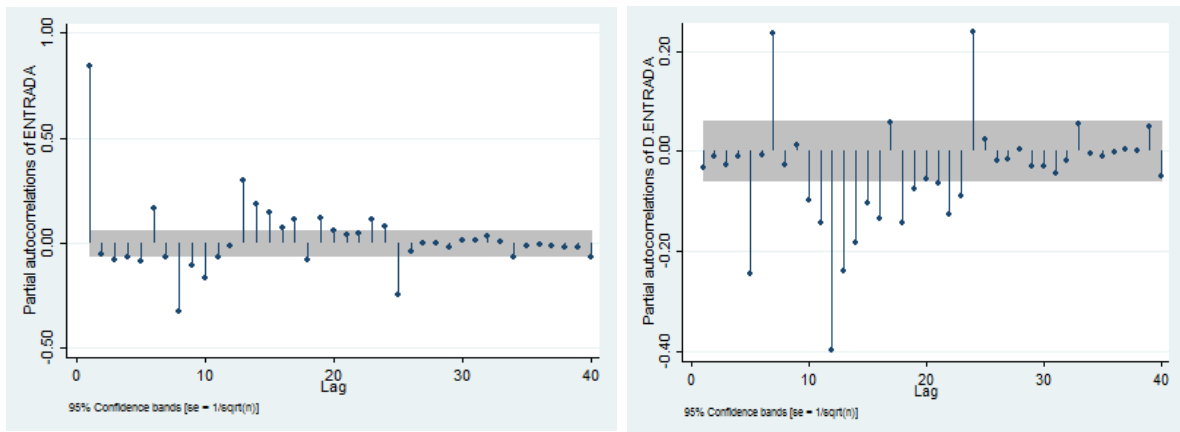
10%: 0.119 5% : 0.146 2.5%: 0.176 1% : 0.216

Lag order	Test statistic
0	.261
1	.142
2	.102
3	.0817
4	.0701
5	.0627

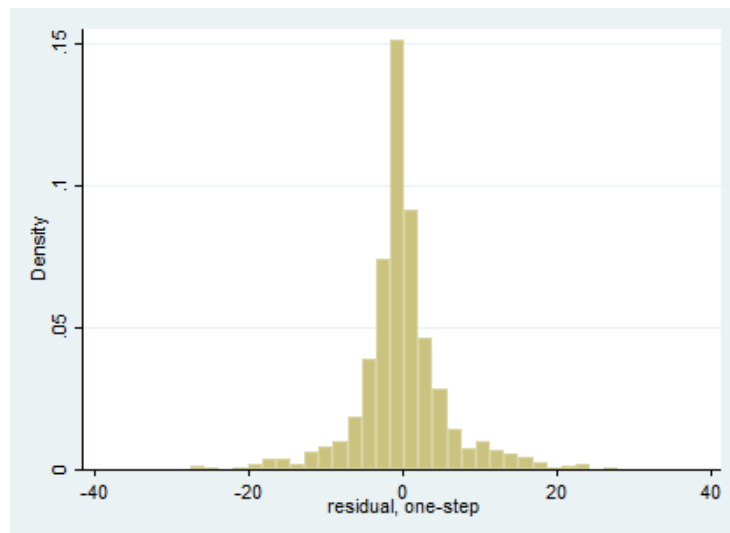
2. Funciones de autocorrelación (Serie Original Vs. Serie Diferenciada)



3. Funciones de autocorrelación parcial (Serie Original Vs. Serie Diferenciada)



4. Histograma de Residuales



Bibliografía

- Basu, S., Mukherjee, A., & Klivansky, S. (1996). Time series models for internet traffic. *INFOCOM '96. Fifteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer Societies. Networking the Next Generation. Proceedings IEEE* (págs. 611-620). San Francisco, CA: INFCOM.
- Benavides, J., Castro, F., Devis, L., & Oliviera, M. (2011). *Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el Desarrollo y la Competitividad del País*. Obtenido de FEDESARROLLO: <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/Impacto-de-las-Tecnolog%C3%ADas-de-la-Informaci%C3%B3n-y-las-Comunicaciones-TIC-Informe-Final-Andesco.pdf>
- Botello, H. A., & Guerrero, A. (2012). *La influencia de las TIC en el desempeño académico de los estudiantes en América Latina: Evidencia de la prueba PISA 2012*. Obtenido de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4050/1/VE14.146.pdf>
- Botello, H., & Rincon, A. (2012). La influencia de las TIC en el desempeño académico de los estudiantes en América Latina: Evidencia de la prueba PISA 2012. *Virtual Educa*. Bogota: Ministerio de Educación.
- CEPAL. (2015). *La nueva revolución digital*. Obtenido de De la Internet del consumo a la Internet de la producción: http://www.antel.com.uy/wps/wcm/connect/ab01f180496e14fe9d69fdaf6890d810/S1500587_es.pdf?MOD=AJPERES
- Claro, M. (2010). *La incorporación de las tecnologías digitales en educación*. Santiago de Chile: CEPAL.
- CRC. (08 de 2016). *Análisis de Impacto Normativo (AIN) sobre la definición regulatoria de Banda Ancha*. Obtenido de Regulación de Infraestructura: <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/an-lisis-de-impacto-normativo-ain-sobre-la-definicion-regulatoria-de-banda-ancha>
- Cuartas Rocha, D. (19 de Octubre de 2016). Aprendizajes del Plan Digital TESO. (V. A. Gómez, Entrevistador)
- DNP. (2016). *Sinergia*. Obtenido de <http://sinergiapp.dnp.gov.co/#HomeSeguimiento>
- Fedesarrollo & IDRC. (2016). *Construcción de metodologías comparativas e indicadores para medir el uso de TIC y sus impactos en el salón de clase*. Obtenido de <http://www.fedesarrollo.org.co/indicadoresticeducacion/>
- Galeano, M. Y., Zea, C., & Saavedra, D. (2015). *Integrando las TIC en el aula de clase: Caso Plan Digital TESO 2015*. IDRC.
- Galvis Panqueva, Á. H. (2015). *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: CASO COLOMBIA*. Obtenido de UNICEF: http://www.unicef.org/argentina/spanish/Colombia_WEB.pdf

- Garcia, J., & Posada, J. (2016). Demanda de Internet : El sector mayorista de telecomunicaciones Colombiano. *Documentos de trabajo. Escuela de Economía y Finanzas. EAFIT.*
- Infante, C., & Nussbaum, M. (2010). *Un tercer orden de barreras a superar para integrar la tecnología en el aula* . Obtenido de http://hmart.cl/home/wp-content/uploads/2013/06/Barreras_TIC_Aula.pdf
- Infante, C., & Nussbaum, M. (2013). *Un tercer orden de barreras a superar para integrar la*. Obtenido de Apuntes Hmartinez: http://hmart.cl/home/wp-content/uploads/2013/06/Barreras_TIC_Aula.pdf
- ITU. (2015). *Banda Ancha en los países Andinos: tecnología, regulación y mercado - Análisis de situación y perspectivas 2015* . Obtenido de ITU Publications: <http://www.itu.int/pub/D-PREF-EF.BB.ANDEAN>
- MINTIC. (2016). *Vive Digital Colombia*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-6106.html>
- Nikkie, C. (2009). *Internet traffic modeling and forecasting using non-linear time series model GARCH*. Obtenido de Kansas State University: <https://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/2229/ChaobaAnand2009.pdf?sequence=3>
- OCDE. (2014). *Estudio de la OCDE sobre políticas y regulación de telecomunicaciones en Colombia*. Obtenido de OECD Publishing: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264209558-es>
- Plan Digital TESO. (2016). Obtenido de <http://planteso.edu.co/>
- Prangchumpol, D. (2013). A Network Traffic Prediction Algorithm Based On Data Mining Technique. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 7(7), 1- 4. Obtenido de <http://waset.org/publications/16461/a-network-traffic-prediction-algorithm-based-on-data-mining-technique>
- Zea Restrepo, C. M., Atuesta, M. d., Lalinde Pulido, J. G., Montoya, J. C., Toro, G. P., Leal Fonseca, D. E., . . . Montoya, D. (2015). El modelo UbiTAG: Una propuesta integral de incorporación de TIC en educación básica y media. *Proyecto 50*, 2- 4.